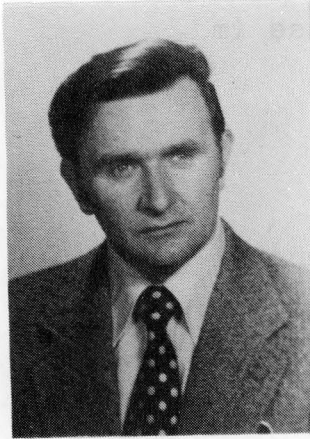


Dip.-Ing. FH Dietrich M ü l l e r  
Dip.-Ing. FH Joachim R e n z

## ERFAHRUNGEN BEI DER UNTERSUCHUNG VON DÜKERN UND DURCHLÄSSEN

Experiences with the examination of sag pipes and culverts



Dietrich Müller, Dipl.-Ing. (FH), Techn.  
Angestellter in der Bundesanstalt für  
Wasserbau Karlsruhe.

Geboren 1937, Studium des Bauingenieurwesens von 1957 bis 1960 an der Fachhochschule Karlsruhe; Tätigkeit als Statiker und leitender Angestellter in einem Ingenieurbüro für Tragwerksplanung im konstruktiven Ingenieurbau von 1960 bis 1979, seit 1979 in der Bundesanstalt für Wasserbau im Referat Massivbau.



Joachim Renz, Dipl.-Ing. (FH), Techn.  
Angestellter in der Bundesanstalt für  
Wasserbau Karlsruhe.

Geboren 1950, Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Karlsruhe von 1977 bis 1982, seit 1982 in der Bundesanstalt für Wasserbau im Referat Massivbau.

### Inhaltsangabe

Erkenntnisse aus der Untersuchung unterschiedlichster Düker und Durchlässe im westdeutschen Kanalnetz werden mitgeteilt, die auch die Vorbereitungen für Bauwerksuntersuchungen mit einbeziehen. Bisher bewährte Untersuchungshilfsmittel werden vorgestellt und der Untersuchungsumfang erläutert, der teilweise über die routinemäßige Bauwerkskontrolle weit hinausgeht.

Charakteristische Bauschäden und -fehler sowie bewährte Bauweisen werden erörtert. Ein kurzer Ausblick auf künftige Aufgaben im Bereich alter Kreuzungsbauwerke weist auf den Umfang möglicher Grundinstandsetzungen und Ersatzbauwerke hin.

### Summary

Experiences made by examining and judging a number of most different sag pipes and culverts of the West German canal network are presented including the preparations for the examination. The investigation extent partially going far beyond its routine size is illustrated and approved investigation aids are described followed by the mentioning of characteristic damages and errors of buildings but also well tried constructions. Finally a short outlook on future tasks in the field of old crossing-buildings gives references to the volume of practicable reconditionings and replacement buildings.

<u>I N H A L T</u>	Seite
1 Einleitung	87
2 Altersstruktur der Düker und Durchlässe im westdeutschen Kanalnetz	88
3 Typische Ausführungen	89
4 Bisherige Handhabung der Instandhaltung	90
5 Bauwerksuntersuchungen durch die BAW	91
5.1 Vorbereitungen zur Bauwerksuntersuchung	91
5.2 Probleme bei der Durchführung von Untersuchungen	91
5.3 Untersuchungsumfang	93
5.3.1 Oberflächenzustand	94
5.3.2 Materialprüfungen	94
5.3.3 Geometrische Kontrollen	94
5.3.4 Belastungen	94
5.4 Hilfsmittel zur Bauwerksuntersuchung	94
5.5 Weitere Informationen zum Bauwerk	96
6 Erkenntnisse aus den bisherigen Untersuchungen	96
6.1 Massive Bauwerke	96
6.2 Eiserne Rohrdüker und Durchlässe	99
7 Ausblick	102
8 Literatur	102

### 1 Einleitung

Im Rahmen des Nachsorge-Investitionsprogramms der Wasser- und Schifffahrtsdirektion West und im Rahmen der allgemeinen Substanzerhaltung von Düchern und Durchlässen, erhielt die BAW in den vergangenen Jahren eine Reihe von Aufträgen, die Tragsicherheit von Düchern und Durchlässen zu beurteilen, aus denen sich zwangsläufig auch eine Beurteilung des baulichen Zustands ergab.

Die Beurteilung der Tragsicherheit und des baulichen Zustandes setzt die Kenntnis einer Reihe von bauwerksspezifischen Daten voraus, die nicht allein aus Planunterlagen und allgemeinen Angaben über das Bauwerk abzuleiten sind, sondern die eingehender Bauwerksuntersuchungen bedürfen und das Ergründen des oft geschichtsträchtigen Umfeldes eines Bauwerkes mit einbezieht.

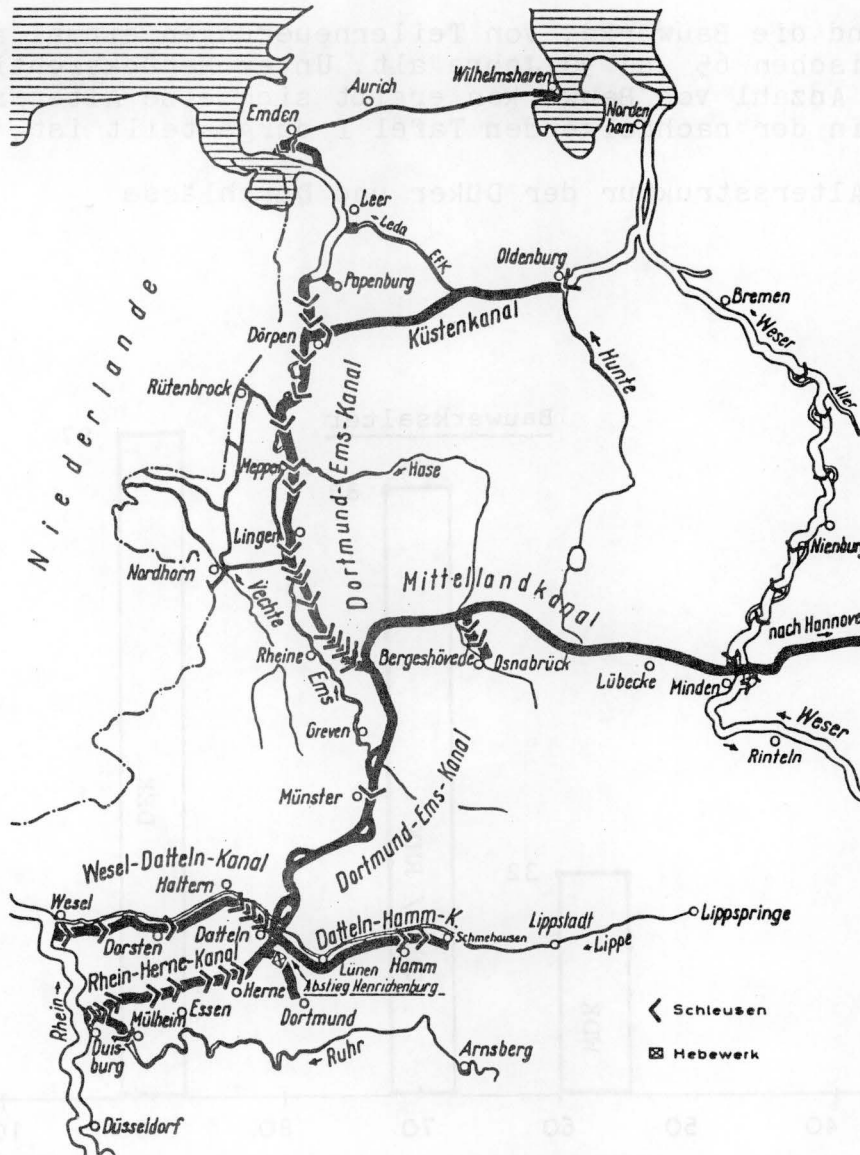


Bild 1 Übersicht Westdeutsches Kanalnetz

## 2 Altersstruktur der Düker und Durchlässe im westdeutschen Kanalnetz

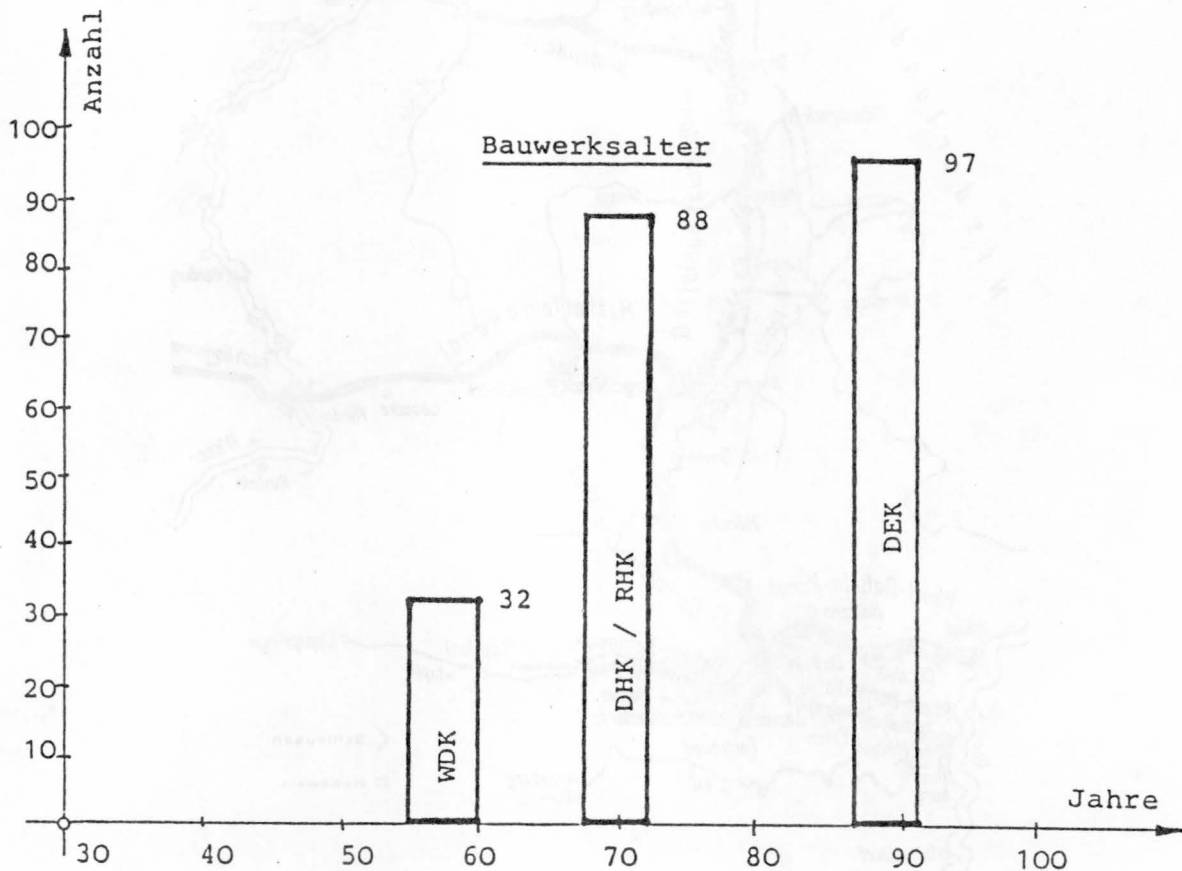
Das westdeutsche Kanalnetz umfaßt im wesentlichen die kanalisiertierten Verbindungen zwischen dem Ruhrgebiet und dem Rhein, sowie die Anschlüsse an den Mittellandkanal und an die Nordseeküste über die staugeregelte Ems.

Dortmund-Ems-Kanal (DEK)	Fertigstellung 1899
DEK - neue Fahrten	Fertigstellung 1934
Datteln-Hamm-Kanal (DHK)	Fertigstellung 1914
Rhein-Herne-Kanal (RHK)	Fertigstellung 1914
Wesel-Datteln-Kanal (WDK)	Fertigstellung 1931

Das Alter des überwiegenden Teils aller Düker und Durchlässe entspricht dem Alter der Kanäle, da sie als Kreuzungsbauwerke zu gleicher Zeit gebaut wurden.

Danach sind die Bauwerke, von Teilerneuerungen einmal abgesehen, zwischen 65 und 90 Jahre alt. Unter Berücksichtigung der hohen Anzahl von Bauwerken ergibt sich eine Altersstruktur, die in der nachfolgenden Tafel I dargestellt ist.

Tafel I Altersstruktur der Düker und Durchlässe





### 3 Typische Ausführungen

Von der Definition her sind entsprechend DIN 4054 (Begriffe im Verkehrswasserbau) Düker Kreuzungsbauwerke, in denen ein Gewässer unter einem anderen Gewässer, einem Geländeeinschnitt oder einem tiefliegenden Hindernis überwiegend unter Druck hindurchgeführt wird; während Durchlässe Kreuzungsbauwerke zum Durchleiten eines Gewässers, überwiegend mit freiem Wasserspiegel, z.B. durch einen Damm, sind.

Beide Unterführungsarten sind an den Übergängen zum natürlichen Wasserlauf durch massive Ein- bzw. Auslaufbauwerke gestaltet, die in der Regel einen kontinuierlichen und natürlichen Übergang vom Wasserlauf zum Bauwerk bilden.

Aufgrund der verwendeten Baustoffe sind gleichermaßen für Düker wie Durchlässe zwei Bauarten vorherrschend:

- Massive Bauwerke, die zum überwiegenden Teil aus einer Kombination von Beton und Mauerwerk bestehen.
- Bauwerke aus Flußeisen, deren Rohrstränge aus einzelnen Rohrschüssen zusammengesetzt wurden (Bild 2).

Bei vorausschaubaren Einflüssen durch Bergsenkungen aus dem untertägigen Kohleabbau kamen überwiegend Flußeisenrohre mit entsprechend kurzen Rohrschüssen zum Einbau, deren Stöße eine gewisse Flexibilität garantierten.

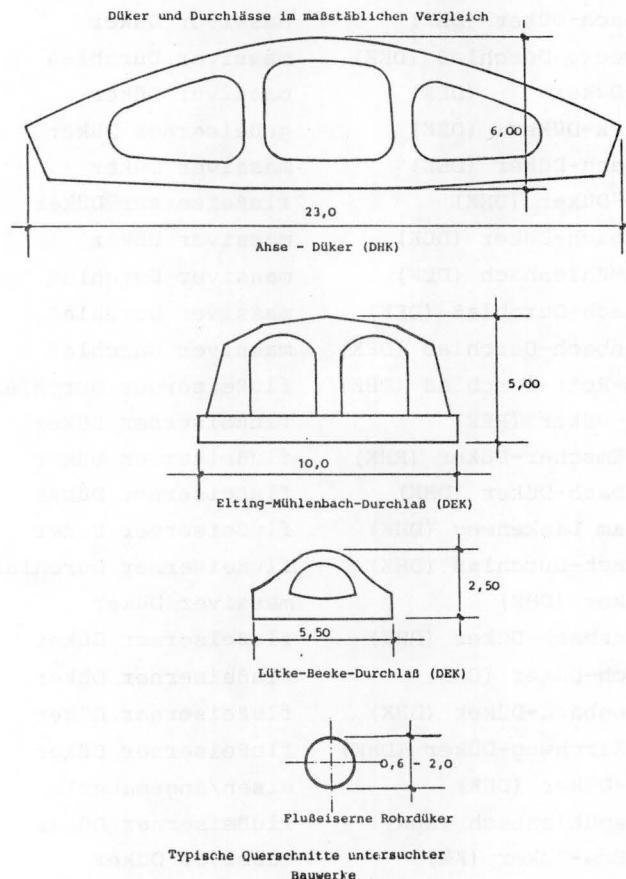


Bild 2 Düker- und Durchlaßquerschnitte

4 Bisherige Handhabung der Instandhaltung

Die Handhabung der Bauwerkskontrollen und der Instandhaltung in den zurückliegenden Jahren ist relativ nahtlos in den geführten Dükerbüchern nachzulesen. Danach waren für die Kontrollintervalle unterschiedliche Gesichtspunkte maßgebend.

Kontrollkriterium für sämtliche Bauwerke war offenbar auch, außer einsehbarer Schäden, die Minderung der Durchflußmengen, die verstärkte Ablagerungen im Rohrquerschnitt anzeigte und zu Säuberungen zwang. Fast man die Eintragungen der Dükerbücher und die Angaben des Strecken- und Aufsichtspersonals zusammen, so ergeben sich für die Flußeisenrohre kontinuierlichere Kontrollintervalle, was mit Sicherheit auf die Korrosionsanfälligkeit der eisernen Rohre zurückzuführen ist, während die massiven Bauwerke weit weniger oft kontrolliert wurden.

Tafel II

ÜBERSICHT DER BAUWERKE

(durch BAW untersucht)

Bauwerk	Bauart	Baujahr
Gronenbach-Düker (DEK)	massiver Düker	1893
Hanker-Düker (DEK)	Stahlbetonrohre	1893/1957 (NF)
Nonnenheide-Durchlaß (DEK)	gußeiserner Durchlaß	1895
Pleuterbach-Durchlaß (DEK)	massiver Durchlaß	1895
Getterbach-Düker (DEK)	massiver Düker	1895
Lütke-Beeke-Durchlaß (DEK)	massiver Durchlaß	1895
Stever-Düker (DEK)	massiver Düker	1895
Diekemark-Düker (DEK)	gußeiserner Düker	1895
Nonnenbach-Düker (DEK)	massiver Düker	1896
Mürbach-Düker (DEK)	flußeiserner Düker	1896
Kleuterbach-Düker (DEK)	massiver Düker	1898
Elting-Mühlenbach (DEK)	massiver Durchlaß	1898
Gellenbach-Durchlaß (DEK)	massiver Durchlaß	1900
Ölmühlenbach-Durchlaß (DEK)	massiver Durchlaß	1900
Bach-im-Rott-Durchlaß (DHK)	flußeiserner Durchlaß	1910/11
Ostbach-Düker (REK)	flußeiserner Düker	1911
Kleine-Emscher-Düker (RHK)	flußeiserner Düker	1911
Stellenbach-Düker (DHK)	flußeiserner Düker	1911
Graben am Laakenweg (DHK)	flußeiserner Düker	1911/12
Syggelbach-Durchlaß (DHK)	flußeiserner Durchlaß	1911/12
Ahse-Düker (DHK)	massiver Düker	1912/13
Laarmannsbach-Düker (RHK)	flußeiserner Düker	1912
Beverbach-Düker (DFK)	flußeiserner Düker	1912/13
Schmiedesbach-Düker (DHK)	flußeiserner Düker	1912/13
Heiler Kirchweg-Düker (DHK)	flußeiserner Düker	1912/13
Fährweg-Düker (DHK)	eisen/angemauert	1913
Rapphofsmühlenbach (RHK)	flußeiserner Düker	1924
Sagter-Ems-Düker (KK)	massiver Düker	1934/35
Groppenbach-Durchlaß (DEK)	stählerner Düker	1937 (NF)
Herrentheyerbach-Durchlaß (DEK)	stählerner Düker	1937/38 (NF)

## 5 Bauwerksuntersuchungen durch die BAW

Bisher wurden durch die BAW

5 massive Durchlässe, 8 massive Düker, 5 eiserne Durchlässe und 12 eiserne Düker untersucht und beurteilt, bzw. befinden sich noch in Bearbeitung. Weitere Bauwerke wurden in das Jahresarbeitsprogramm 1987 aufgenommen (Tafel II).

### 5.1 Vorbereitungen zur Bauwerksuntersuchung

Für eine erfolgreiche Bauwerksuntersuchung sind eine Reihe von Vorbereitungen erforderlich, deren Außerachtlassung teilweise zu erheblicher Kostensteigerung führen kann:

- Wahl eines geeigneten Zeitpunktes der Trockenlegung (Außerhalb der Frost- und Regenperioden).
- Klärung der Auftriebssicherheit des Bauwerks während der Trockenlegungsphase (ggfs. statische Kontrollberechnung)
- Beachtung der erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen hinsichtlich Gasbildung, Hantierung mit Elektrogeräten im Wasser und sonstiger bauwerksspezifischer Sicherheitsmaßnahmen.
- Gründliche Trockenlegung und Säuberung des Bauwerks (Innenrohre). Es muß grundsätzlich mit außergewöhnlichen Schmutzablagerungen und eingetriebenen sperrigen Teilen gerechnet werden.
- Vorhalten ausreichend dimensionierter Schlamm- und Tauchpumpen, mit Reserveaggregaten für den stets möglichen Ausfall.
- Vorhalten ausreichender Beleuchtung mit entsprechenden Verlängerungskabeln und Ersatzlampen.
- Bereitstellung geeigneter Handmaschinen für die punktuelle Oberflächenprüfung (Bohr und Schleifmaschinen).

Bereitstellung von Werkzeugen und Materialien für die während der Untersuchung zu erwartenden dringenden Instandsetzungs- oder Wiederherstellungsarbeiten.

- Für die Dauer der Bauwerksuntersuchung und der Wiederherstellungsarbeiten ist eine ausreichende Bereitstellungszeit für Eigen- und Fremdpersonal einzuplanen.

### 5.2 Probleme bei der Durchführung von Untersuchungen

Immer wieder stellen sich bei den extrem groß- und kleinrohrigen Bauwerken die gleichen Probleme ein, die von vornherein vor einer Trockenlegung berücksichtigt werden sollten und daher hier der Erwähnung bedürfen.



Bild 3 Dükertiefpunkt mit Ablagerungen

Bei den großrohrigen Querschnitten massiver Düker ist häufig die Dichtigkeit der Abdämmungen problematisch. Das im Dükertiefpunkt zusammenlaufende, meist schlammhaltige, Wasser ist wegen fehlender Pumpensümpfe auf den letzten 20 - 40 cm nicht zu entfernen. Je nach Bauart sind diese Tiefpunktberei-



che dann nur mit Einschränkung, oder gar nicht, zu kontrollieren. Hier wäre der Einsatz geeigneter Absauggeräte angezeigt (Bild 3).

Geringe Rohrdurchmesser unter 90 cm bedürfen hinsichtlich der Trockenlegung besonderer Sorgfalt. Für erfolgreiche Rohruntersuchungen sind daher nachfolgende Bedingungen Voraussetzung: (s. auch Sicherheitsregeln für Rohrleitungsarbeiten ZH 1/559).

- Einwandfreie Säuberung und Entlüftung (ggfs. Zwangsbelüftung)
- Keine groben Krustationen im Rohrsohlenbereich
- Ausreichende und nicht kriechbehindernde Ausleuchtung (Bild 4).
- Keine inneren Rohrleitungen für die ständige Entwässerung (ggf. Seitenwechsel).
- Ggf. zugseilgeführter Rollwageneinsatz mit Sprechverbindung nach außen.
- Bei Rohrdurchmessern unter 70 cm ist der Einsatz von Video-Farbkameras angezeigt.

Grundsätzlich sind die Voraussetzungen auch bei Rohren größerer Durchmesser zu beachten.



Bild 4 Rohrquerschnitt mit Leitungen

### 5.3 Untersuchungsumfang

Untersuchungen an eisernen Rohren unterscheiden sich von Untersuchungen an massiven Rohren vom Grundsatz her nur hinsichtlich des Materials, so daß bei den Untersuchungen von gleichen Gesichtspunkten ausgegangen werden kann. Daraus haben sich folgende Untersuchungskriterien abgezeichnet:



### 5.3.1 Oberflächenzustand

Zustand der Rohrstöße bzw. Dehnfugen, der Konservierung, des Verputzes, der Mörtelfugen, der Mauerwerks- und Betonoberflächen und Dokumentation freiliegender Bewehrung.

Maßhaltigkeit der Stöße, Fugen. Abweichungen von Sollwerten; Versätze und Deformation, Risse.

### 5.3.2 Materialprüfungen

Wanddickenmessungen und Entnahme von Materialspänen oder Blechentnahmen nach DIN 50125 bei flußeisernen Rohren, Materialentnahmen durch Bohrkerne aus massiven Bauteilen, Wasseranalysen der bauwerksbezogenen Gewässer: Grundwasser, Oberflächenwasser, zeitweise auftretende Abwasserschübe.

### 5.3.3 Geometrische Kontrollen

Aufmaß der Rohrgeometrie im Rohrquerschnitt und in Rohrlängsachse.

Kontrollnivelements bei vorhandenen Fixpunkten in Verbindung mit Stangenpeilungen und Echolotungen zur Feststellung der Rohrlage und der Rohrüberdeckung (Wasserspiegellagen), Prüfung der vorhandenen Schutzabdeckschichten auf die Dichte.

### 5.3.4 Belastungen

Für die Ermittlung des Tragsicherheitsgrades von Rohren ist die genaue Kenntnis des das Rohr umgebenden Bodenmaterials erforderlich. Dazu werden in der Regel zusätzliche Bodenaufschlüsse im unmittelbaren Rohrbereich erforderlich, da aus den planmäßig erfaßten Bodenprofilen die erforderlichen Bodenkenngößen nicht genau genug zu ermitteln sind.

- Auf diesen Komplex, der in der ATV, A 127, eingehend beschrieben ist, wird innerhalb dieses Berichtes nicht näher eingegangen.

## 5.4 Hilfsmittel zur Bauwerksuntersuchung

Durch nichts zu ersetzen ist die Bauwerksuntersuchung nach dem Augenschein. Als ideale Hilfsmittel und zur Dokumentation dienen eine Spiegelreflexkamera mit einem Zoomobjektiv, möglichst mit einem Brennweitenbereich zwischen 35 - 70, besser 28 - 85 cm und Blitzeinrichtung, - sowie eine wassergeschützte Schreibunterlage.

Für die Prüfung der Materialoberflächen genügen Hammer (200 gr. - 500 gr.), Spachtel, Zollstock, Reißlupe.

Für die Entnahme von Werkstoffen kann für die Spanentnahme bei eisernen Rohren eine Bohrmaschine eingesetzt werden, für die Entnahme von massiven Bohrkernen wird meist die Einschaltung eines qualifizierten (Bohr-) Unternehmens erforderlich.

Für Wanddickenmessungen von flußeisernen Rohren werden Ultra-Schall-Meßgeräte eingesetzt. (System: z.B. Krautkrämer DM 2/DM 3). Weiterführende Untersuchungen mit umfangreichem Aufwand hinsichtlich der Aufnahme der geometrischen Kenndaten erfordern den Einsatz von weiteren Meßgeräten: Stangenpeilung, TV-Inspektion, Lichtlot, Nivelliergerät, Theodolit, Echolot (MS-Westfalen System BOMA, Krupp-Atlas).

Als weitere spezielle Untersuchungsgeräte können ergänzend erwähnt werden: Endoskop, Fiberskop zur Beobachtung unzugänglicher Bereiche, Chemikal-Koffer zur Schnellanalyse von Wässern (Tafel III).

Tafel III Hilfsmittel und Geräte für die Bauwerksuntersuchung

Schutzkleidung

Wassergeschützte Schreibunterlage, Marker

Fotoapparat (+ Zubehör)

Zollstock, Maßband, Meßlatte

Hammer 200 - 500 gr.

Spachtel, Schaber, Breitmeißel

Rißlupe

Bewehrungssuchgerät

Bohr- und Schleifmaschine

Ultra-Schall-Meßgerät für Wanddickenmessung

Chemikalkoffer für Wasser-Schnellanalyse

Lichtlot für Grundwassermessungen

Endoskop, Fiberskop

Nivelliergerät, Theodolit

Stangenpeilung, Echolot (MS Westfalen)

TV-Inspektions-Kamera

Material- Bohrkernentnahme

Weitere Kleingeräte .

Wasserflaschen für Wasserentnahme (5 l)

Magnet für die Aufnahme von Stahlspänen

Behälter für die Aufnahme von Stahlspänen

### 5.5 Weitere Informationen zum Bauwerk

Zur Beurteilung des baulichen Zustandes und der Tragfähigkeit von Bauwerken können vor allem folgende weitere Informationen Aufschluß geben:

- Entwurfs- und Bestandszeichnungen,
- Statische Unterlagen,
- Kanalauskleidungen, Aufbau der Kanalseitendämme
- Bodenaufschlüsse, Grundwasserstände, Wasserspiegelschwankungen,
- Literaturstellen, Veröffentlichungen, interne Berichte,
- besondere Materialuntersuchungen, Wasseranalysen, Angaben über Konservierungsmaterialien,
- Vermessungsunterlagen,
- Mängelberichte, Prüfberichte, Berichte über Instandsetzungen,
- Außergewöhnliche Belastungen, Beanspruchungen, z.B. Bergsenkungen, Kriegseinwirkungen.

## 6 Erkenntnisse aus den bisherigen Untersuchungen

Es wurden eine Reihe typischer Mängel und Schäden an den untersuchten massiven und flußeisernen Bauwerken festgestellt.

### 6.1 Massive Bauwerke

Von Schäden sind an massiven Bauwerken die Wasserwechselzonen betroffen, die sich bei Durchlässen auf die gesamte Bauwerkslänge erstrecken und sich bei Dükern entsprechend der Rohrsteigungen auf die Ein- und Auslaufbereiche beschränken. Die ständig unter Wasser befindlichen Oberflächen weisen einen erstaunlich guten Allgemeinzustand auf. Bei Betonflächen zeigen sich Schäden durch ausgewaschenes Feinkornmaterial, wobei Kavernenbildung bis auf die Grobzuschläge entsteht. Bei Mauerwerk ist der Fugenmörtel vielfach ausgewaschen und Frostschäden in den Ein- und Auslaufbereichen zeichnen das Klinkermauerwerk (Bild 5).

Weitere Ursachen für Schadensbildung treten an Bauwerken auf, bei denen keine Bauwerksfugen angeordnet wurden. Häufig zeigen sich Rißbildungen an Übergängen lastbedingter Wechsel vom Damm- zum Kanalbereich, oder bei wechselnden Bodenschichten im Gründungsbereich. Weitere Rißbildungen treten in Bereichen nachträglich gerammter Spundwände im Kanalbereich auf (Bild 6).

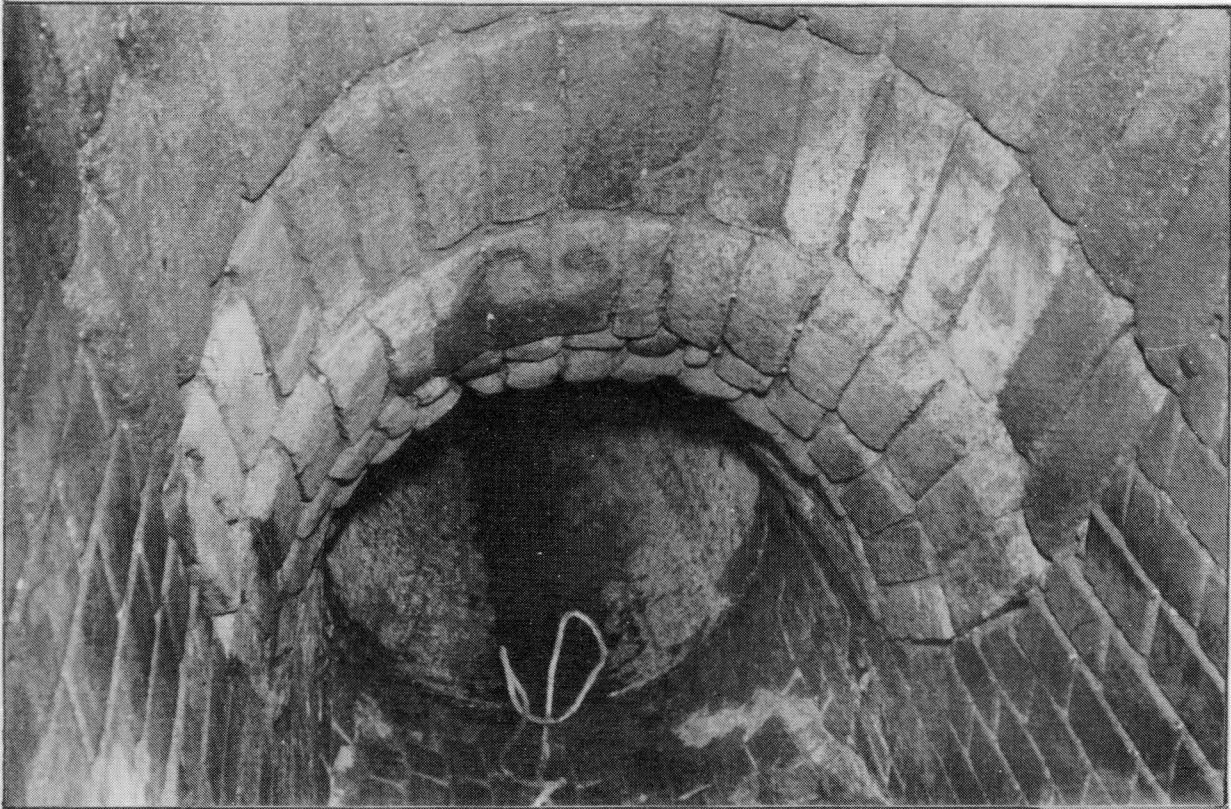


Bild 5 Einlaufmauerwerk

Die geringsten Schäden wurden bei Dükern angetroffen, die durch sinnvolle Anordnung von Bauwerksfugen und durch ständige Überflutung äußeren Einflüssen keine Einwirkungsmöglichkeiten boten.

Als bester Oberflächenschutz haben sich dünnschichtige hochwertige Zementputze oder Spritzbetonbeschichtungen bewährt. (Bild 7).

Materialprüfungen haben nach labortechnischen Untersuchungen ergeben, daß die seinerzeit hergestellten Betone den Güteklassen B5 bis B10 zuzuordnen sind. Die Beurteilung der Verklinkerungen einschließlich des Fugenmörtels ergab, von Frostschäden abgesehen, keine Einschränkung ihre ursprünglichen Eigenschaften.



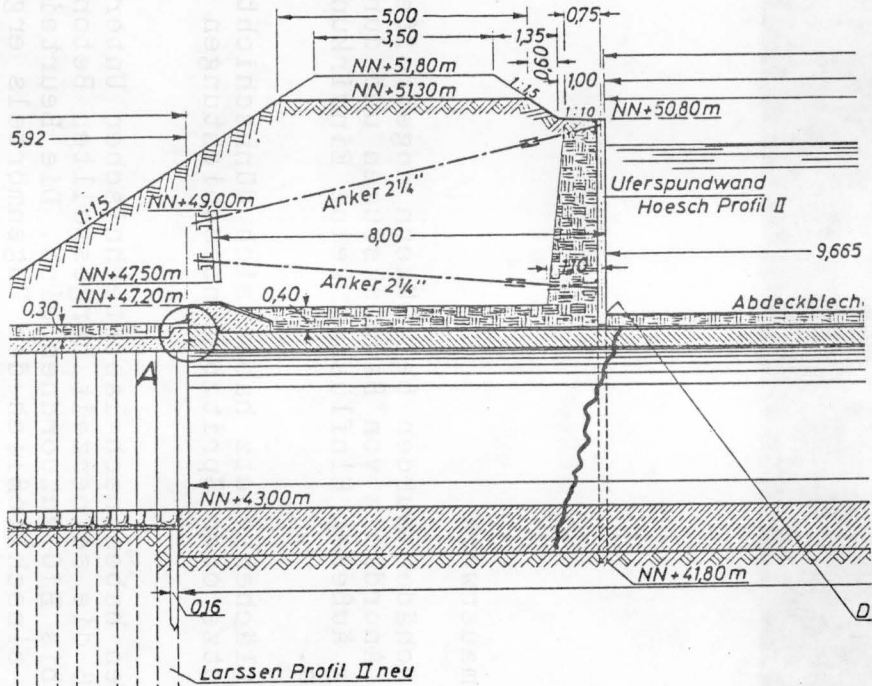
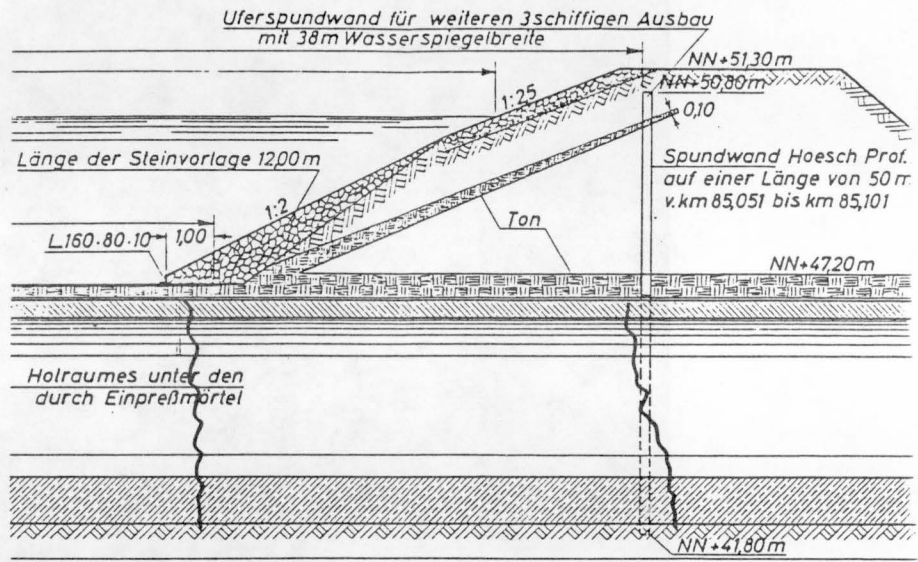


Bild 6 Durchlaßlängsschnitt



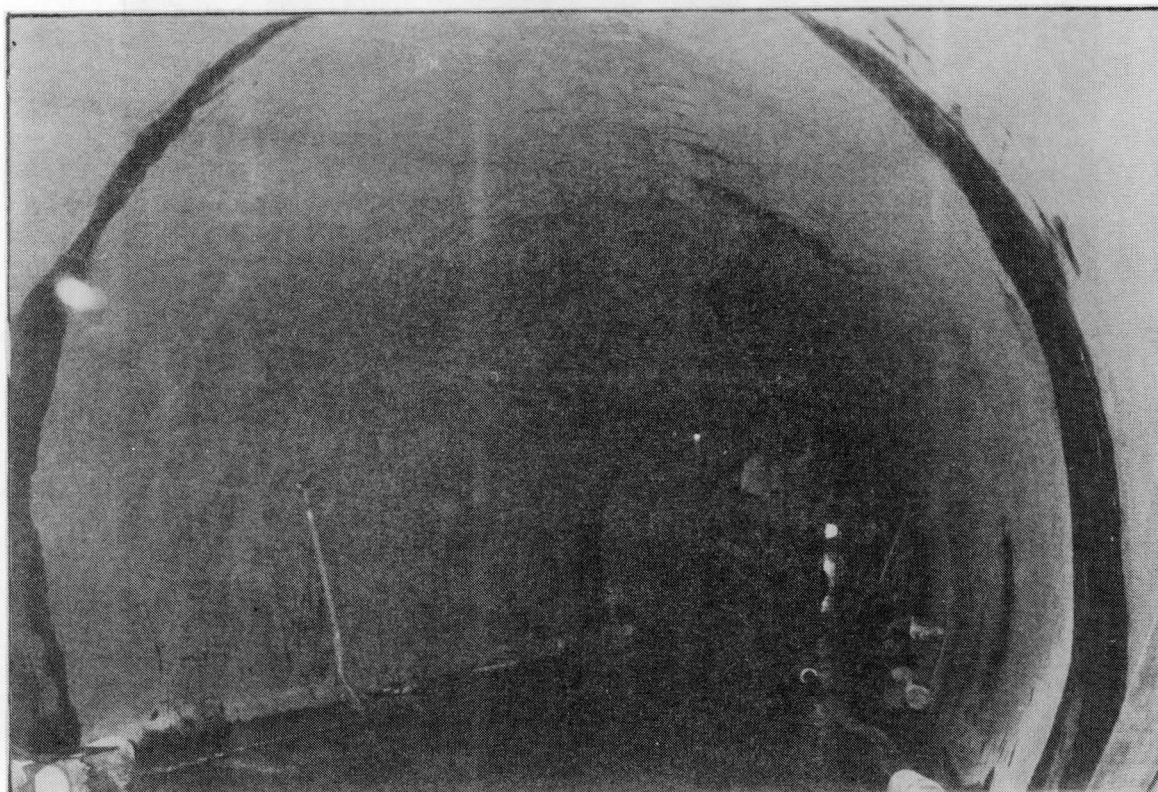


Bild 7 Oberfläche - Zementverputz

## 6.2 Eiserne Rohrdüker und Durchlässe

Der Zustand der inneren Rohroberflächen spiegelt die Häufigkeit und die Qualität der Rohrkonservierung einschließlich der Vorbehandlung wider. Bei den Untersuchungen wurden die unterschiedlichsten Zustände angetroffen, deren Bandbreite von sehr guter (Bild 8) Konservierung und gutem Materialzustand bis zu völlig abgetragener Konservierung, starker Korrosionseinwirkung und Narbenbildung reicht, (Bild 9), Querschnittsdefinition siehe Bild 10.

Entsprechend dieser Zustände waren aus den Dükerbüchern die letzten Konservierungsdaten abzulesen, für deren Intervalle zwischen 5 und 17 Jahren angegeben waren.

Schäden an eisernen Rohren zeigen sich durch korrodierte Flächen und Narbenbildung, deren Bereiche sich ebenfalls an den Wasserwechselzonen konzentrieren. Bei Dükern reichen diese Schäden entsprechend den Rohrneigungen vom Scheitel bis in den Sohlenbereich, während sie bei Durchlässen entsprechend dem freien Wasserspiegel gleichmäßig im Kämpferbereich angetroffen werden.

Undichtigkeiten wurden in der Regel nur an den Rohrstößen angetroffen, dabei beschränken sich die Undichtigkeiten auf nassendes und tropfendes Eindringen. Nur in wenigen Fällen wurde das Dichtungsmaterial der Rohrstöße durch Druckwasser in das Rohrinne durchgepreßt (Bild 11).

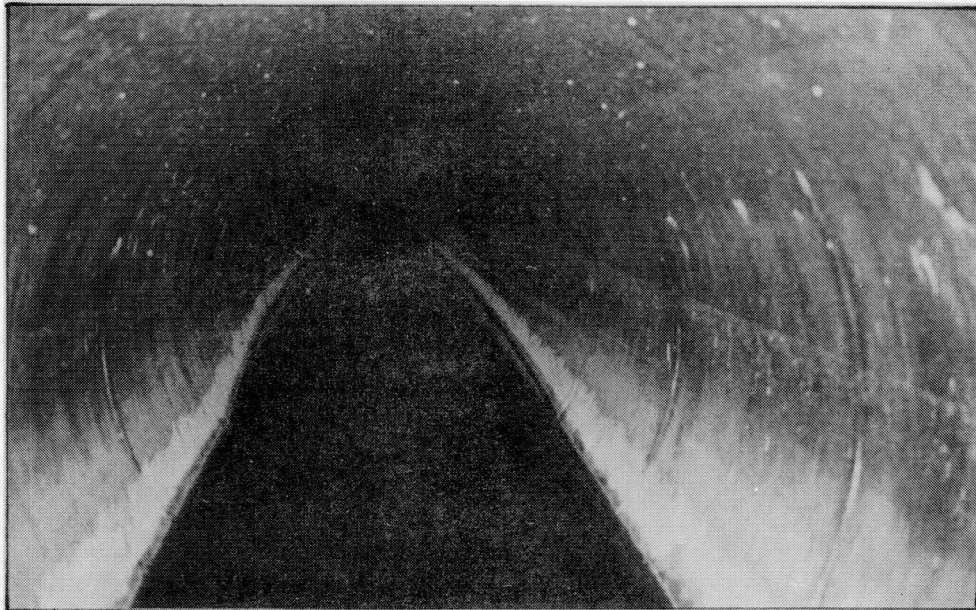


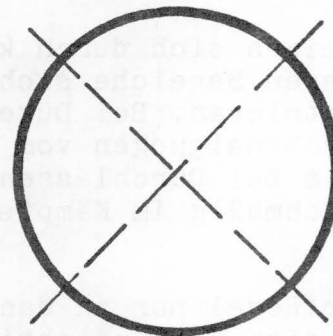
Bild 8 Gute Konservierung



Bild 9 Schlechte Konservierung

Rohrquerschnitt

Scheitel



Kämpfer

Sohle

Bild 10 Qerschnittsbeschreibung



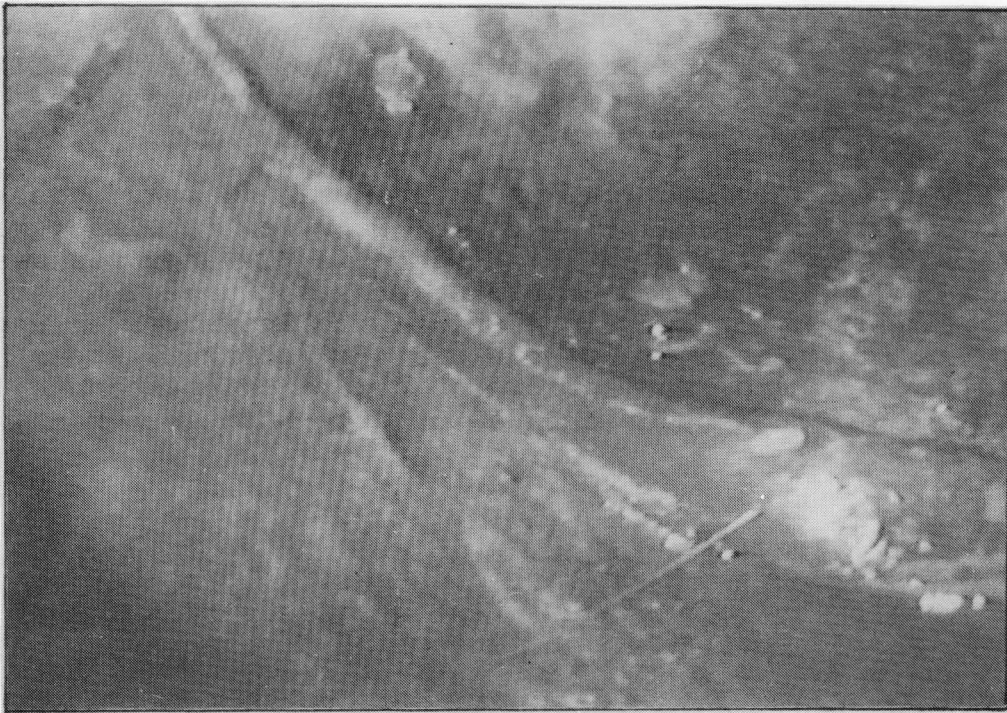


Bild 11 Stoßdichtung im Rohr

Auftragschweißungen und eingeschweißte Flickbleche weisen auf relativ früh eingetretene Korrosionsschäden hin. Solche frühzeitigen Schäden würden heutzutage durch die weiterentwickelten Konservierungsmaterialien und Oberflächenvorbehandlung erheblich eingeschränkt werden.

Bewährt hat sich in Bergsenkungsgebieten der Einbau relativ kurzer Rohrschüsse mit Bördelflanschstößen, deren Bleidichtungen in Verbindung mit den gekröpften und verschraubten Rohrenden eine elastische Verbindung bilden (Gliederkette), die in Grenzen Strangdeformationen zulassen, ohne zu akuten Schäden zu führen (Bild 12).

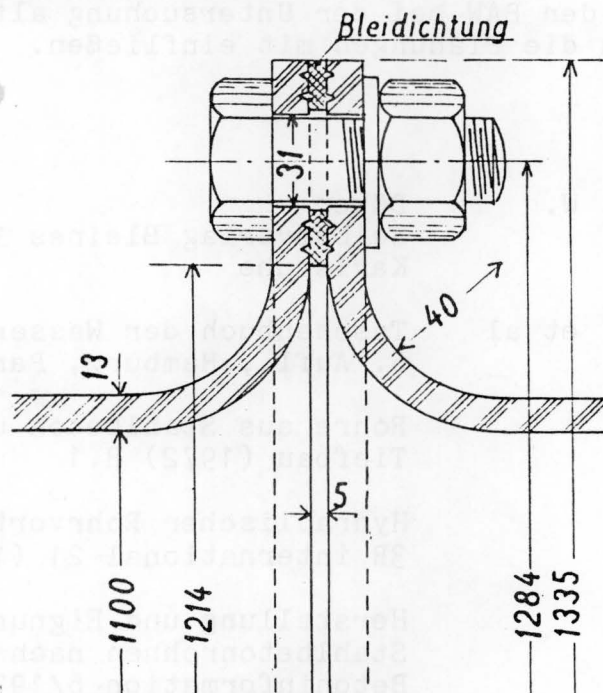


Bild 12 Bördelflansch-Stoß

Materialprüfungen haben ergeben, daß der überwiegende Teil der flußeisernen Rohre den Materialeigenschaften des Baustahls ST. 37 entsprechen.

Die Summe der Ergebnisse von Wanddickenmessungen hat ergeben, daß unabhängig von der nicht nachvollziehbaren Regelmäßigkeit und Qualität der Konservierungen und des Außenwandzustandes, Abrostungen in nur geringem Maße angetroffen wurden. Dabei ist zu bedenken, daß die Walztoleranzen bei der Herstellung der Rohre um die Jahrhundertwende breiter gestreut haben als bei der heutigen Fabrikation und dadurch die genannte Abrostungsrate eine entsprechende Streuung aufweisen kann.

## 7 Ausblick

Geht man von dem bisherigen Untersuchungsergebnis aus, so ist im Hinblick auf die zu erwartende Restlebensdauer ein Zeitpunkt erreicht, von dem aus innerhalb der nächsten 20 Jahre Grundinstandsetzungen bzw. Ersatz eines Teils der Bauwerke zu erwarten sind.

Bei der großen Anzahl von Bauwerken kann daher abgeschätzt werden, welche Investitionen in diesem Rahmen die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) für die kommenden Jahre auf diesem Sektor zu erwarten hat.

Für die Planung und Ausführung der zweifellos großen Zahl von Ersatzbauwerken sollten zweckmäßigerweise die allgemeinen Randbedingungen in Form von Ausbaugrundsätzen - mit einem Lastenheft vergleichbar - aufgestellt werden.

Außer den Aspekten künftiger Anforderungen an ein Kreuzungsbauwerk sollen auf diesem Weg auch die Erfahrungen der WSV-Dienststellen bei der vergangenen Nutzung und Wartung sowie die Erkenntnisse der BAW bei der Untersuchung alter Dücker und Durchlässe in die Planungen mit einfließen.

## 8 Literatur

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| Bleines, W.; Muth, W.   | Dücker<br>Selbstverlag Bleines 1982<br>Karlsruhe   |
| Bretschneider, H. et al | Taschenbuch der Wasserwirtschaft<br>6. Aufl., Hamburg, Parey, 1982   |
| Bujard, W.              | Rohre aus Stahlbeton und Beton<br>Tiefbau (1972) H.1   |
| Conrad, E.U.            | Hydraulischer Rohrvortrieb<br>3R international 21 (1982) Nr. 5   |
| Haefelin, H.M.          | Herstellung und Eignung von<br>Stahlbetonrohren nach DIN 1045<br>Betoninformation 6/1973<br>Düsseldorf, Beton - Verlag |

- Müller/Renz: Erfahrungen bei der Untersuchung von Dükern
- Haferkamp, H. et al      Neuzeitliche Verfahren zur Außen- und Innenbeschichtung von Großrohren  
3R international 17(1978) Nr. 3/4
- Hornung, K.              Berechnung und Konstruktion von Stahlbeton- und Durchpreßrohren  
Essen, Haus der Technik 1984/476
- Krolewski, H.            Über die Wahl des Rohrmaterials bei erdverlegten Druckrohrleitungen großen Durchmessers  
Die Bautechnik 49(1972) Nr. 7
- Kuhn, R.                 Binnenverkehrswasserbau  
Berlin, Verlag Ernst & Sohn, 1985
- Lenz, D.                 Durchpressen von Stahlbetonrohren sehr großen Durchmessers.  
Beton + Fertigteilwerk 41 (1975) 9
- Lenz, D.;Möller, H.J.    Beispiele für im Durchpreßverfahren eingebaute große Leitungen aus Stahlbeton- und Spannbetonrohren  
Beton- und Stahlbeton 8/1970
- Meyer, H.                Ausführung von Kreuzungsbauwerken an Kanälen  
Mitt. Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen 1981
- Mohring, K. et al        Bau eines Schmutzwasserdükers der Berliner Entwässerungswerke  
TIS 1985 H.3
- Press, H.                Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen  
Berlin, Verlag Ernst & Sohn 1955
- Scherle, M.              Rohrvortrieb (Teil 1 und 2)  
Wiesbaden / Berlin, Bauverlag 1977
- Scherle                 Technik und Anwendungsgrundsätze des Rohrvortriebes  
Baumaschine und Bautechnik 1971 H. 4 - H. 6
- Stall, F.J.                Instandsetzen, Sichern und Tieferlegen (Neubau) von Dükern zum Ausgleich von Bergsenkungen am Rhein-Herne-Kanal  
Die Bautechnik 42 (1965) H.5 und 6
- Wagner, H.              Dükerbau im Durchpreßverfahren  
Der Bauingenieur 52 (1977)407-411
- Wagner, V.              Sanierung der Abwasserkanalisation auf der Lufthansa-Werft HH  
Tiefbau 7/1985



Müller/Renz: Erfahrungen bei der Untersuchung von Dükern

Wagner, V.	Das "Insituform-Verfahren" Kunststoffe im Bau 19(1984)9 Nr. 2
-	Thixschild im Einsatz beim Sammlerbau in Hamburg TBG 92 (1980) Nr. 6
WSD West	Informationsschrift "Der Rhein und das Westdeutsche Kanalnetz" Münster, 1983
WSA Rheine	Informationsschrift über den Neubau des Seseke Dükers Nr. 118
Hochtiefnachrichten	Rohrdurchpressungen 41 (1968) Februar
Hochtiefnachrichten	Druckluftarbeiten Ausgabe 3/1977
Hochtiefnachrichten	Neckardüker Mannheim - Rohrvorpressung unter Druckluft 41 (1968) August
Kebaco	Insituformverfahren
Ed. Züblin	Stahlbetonrohre DIN 4035 Bauart Züblin
Thyssen Schalker	Das Duktile Gußrohr mit PE - Umhüllung
DIN 17100	Allgemeine Baustähle, Gütenorm (Januar 1980)
DIN 19661 Bl. 1	Kreuzungsbauwerke
DIN 4035	Stahlbetonrohre, Stahlbetondruckrohre
DIN 8075 T.1	Rohre aus PE hart
DIN 19800 Bl. 1	Asbestzementrohre für Druckrohrleitungen
DIN 28600	Druckrohre und Formstück aus duktilen Gußeisen
DIN 50125	Richtlinie für die Herstellung von Zugproben (April 1951)
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossen- schaften	Sicherheitsregeln für Rohr- leitungsbauarbeiten ZH 1/559
ATV - A 127	Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungs- kanälen und - leitungen (Dez. 1984).